

## Efektivitas Karbon Aktif Tempurung Kemiri Dalam Menurunkan Kadar Warna Naftol Merah Limbah Cair Industri Batik

**Alfonsius Tripelo Fladinir<sup>1</sup>, Hadi Prasetyo Suseno<sup>2</sup>, Sri Sunarsih<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: [srisunarsih@akprind.ac.id](mailto:srisunarsih@akprind.ac.id)

### ABSTRACT

*The batik industry is one of the producers of pollution that can damage natural ecosystems. Batik industrial wastewater contains a lot of pollutants such as conductivity, BOD, COD, TSS, TDS, oil, pH, and temperature which are not suitable for the environment. In this study, the reduction of COD, BOD, and the concentration of red naphthol dye in the batik industry wastewater which was adsorbed with activated carbon of candlenut shell was studied. Batik wastewater is taken from Ngentakrejo Village, Kapanewon Lendah, Kulon Progo Regency. Candlenut shell activated carbon was obtained from pyrolysis, sieved with a pore size of 20 mesh, 40 mesh and 60 mesh and activated with NaCl solution whose concentration varied from 1.0; 1.5; 2.0; 2.5. and 3.0 M for 16 hours. Activated carbon was applied to adsorb red naphthol on batik wastewater by varying its weight at 10; 20; 30; 40. and 50 mg. The results showed that the effectiveness of candlenut shell-activated carbon to reduce red naphthol was 12.29%, BOD 25.49% and COD 26.67%. The adsorption process with activated carbon is not recommended as a sole treatment for batik industrial wastewater.*

**Keywords:** *activated carbon, adsorption, batik waste, candlenut shell.*

### INTISARI

Industri batik merupakan salah satu penghasil cemaran yang dapat merusak ekosistem alam. Air limbah industri batik banyak mengandung zat-zat pencemar seperti, konduktivitas, BOD, COD, TSS, TDS, minyak, serta pH dan suhunya tidak sesuai untuk lingkungan. Dalam penelitian ini akan dikaji penurunan COD, BOD dan konsentrasi zat warna naftol merah pada limbah cair industri batik yang diadsorpsi dengan karbon aktif kulit Kemiri. Limbah batik diambil dari industri batik di Kelurahan Ngentakrejo, Kapanewon Lendah, Kabupaten Kulon Progo. Karbon aktif tempurung kemiri di peroleh dari pirolisis, diayak dengan ukuran pori saringan 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh dan diaktivasi dengan larutan NaCl yang konsentrasinya bervariasi dari 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M selama 16 jam. Karbon di aplikasikan untuk mengadsorp naftol merah pada limbah batik dengan memvariasi ukuran beratnya pada 10; 20; 30; 40 dan 50 mg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efektivitas karbon aktif tempurung kemiri untuk menurunkan naftol merah sebesar 12,29 %, BOD 25,49 % dan COD sebesar 26,67 %. Proses adsorpsi dengan karbon aktif tidak direkomendasikan sebagai pengolahan tunggal terhadap limbah cair industri batik.

**Kata kunci:** adsorpsi, karbon aktif, limbah batik, tempurung kemiri.

### PENDAHULUAN

Kain batik adalah karya budaya dan seni tradisional Indonesia dan merupakan salah satu bahan pakaian yang banyak digemari. Tekstil ini merupakan komponen penunjang program kepariwisataan serta menjadi ciri khas kota Yogyakarta. Industri batik nasional semakin berkembang akibat semakin banyaknya permintaan dan peminat batik. Sejak dicanangkan Hari Batik Nasional pada tanggal 2 Oktober 2009 oleh UNESCO (*United Nations Of Educational, Scientific and Cultur Organization*) omset pengusaha batik naik hingga 50%.

Industri batik merupakan salah satu penghasil cemaran yang dapat merusak ekosistem alam. Industri ini menghasilkan limbah cair yang volumenya besar, berwarna pekat, berbau menyengat dan memiliki suhu yang tidak sama dengan badan air alamiah, serta pH rendah. Warna pekat berasal dari zat warna yang bersifat asam maupun zat warna basa (Kurniawan, 2014)

Keberadaan zat warna tekstil dalam air limbah ini secara signifikan membahayakan kualitas estetika badan air, meningkatkan kebutuhan oksigen biokimia dan kebutuhan oksigen secara kimia (BOD dan COD). Zat warna ini juga mengganggu fotosintesis (karena menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam badan air), menghambat pertumbuhan tanaman, memasuki rantai makanan, memberikan rekalsitran dan bioakumulasi, dan dapat meningkatkan toksisitas, mutagenisitas dan karsinogenisitas (Lellis, et al, 2019).

Selain zat warna, dalam proses pembuatan batik secara basah juga digunakan beberapa bahan kimia pembantu berupa kanji, minyak, lilin, soda api atau NaOH, detergen dan lain-lain. Dengan demikian air limbah industri batik membebani lingkungan dengan nilai pH, suhu, konduktivitas, BOD, COD, TSS, TDS dan minyak. Kebanyakan komponen pencemar tersebut bersifat non-biodegradable (Anonim, 2016). Polutan lain yang sering terdapat dalam air limbah industri batik dan terikut dalam proses pewarnaan adalah logam berat timbal dalam bentuk senyawa timbal nitrat (Rahayu dkk, 2015).

Pengolahan limbah tekstil dengan metode elektroflotasi dapat dilakukan dengan mengapungkan zat atau partikel yang terdispersi di dalam air ke permukaan oleh gelembung gas oksigen dan hidrogen yang terbentuk pada elektrode. Proses dilakukan dengan waktu kontak yang divariasi selama 30, 40, 50, 60 menit. Hasil terbaik yang diperoleh menunjukkan penyisihan polutan sebesar 88,9% (Haryono dkk, 2015)

Teknologi lain yang banyak digunakan untuk menyisihkan zat warna adalah koagulasi/flokulasi, ozonasi, pengendapan kimia, oksidasi dan pertukaran ion. Faktor-faktor yang menjadi penghambat penyisihan zat warna ini adalah tingginya biaya operasional, adanya hasil samping berbahaya serta membutuhkan energi yang tinggi. Diperlukan teknologi penyisihan zat warna yang efisien, murah dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampaknya. Salah satu teknologi yang ditawarkan adalah metoda adsorpsi. Teknologi ini banyak dipilih karena dianggap paling efisien untuk penyisihan polutan serta berlangsung sangat stabil jika dibandingkan dengan metoda konvensional. Produk hasil pemisahan berkualitas tinggi dan sangat ekonomis (Abdullah et al, 2005 dan Tahir et al, 2012).

Salah satu adsorben yang paling populer saat ini adalah karbon aktif. Karbon aktif merupakan padatan amorf yang memiliki struktur mikrokristalin. Jarak antarlapisan, pada karbon aktif antara 0,34 dan 0,35 nm. Karbon aktif memiliki porositas yang sangat berkembang. Pori-porinya dapat dibagi menjadi tiga kelompok yakni mikropori, mesopori dan makropori. Mikropori memberi kontribusi terbesar dari luas permukaan karbon aktif, mencakup sekitar 95% dari total luas permukaannya. Peran makropori tidak terlalu penting karena luasnya tidak terlalu signifikan. Makropori ini menjadi jalur lewatnya adsorbat ke dalam mikro dan mesopori. Dinding pori-pori mikro ini memiliki luas ribuan m<sup>2</sup>/g, sementara dinding mesopori dan makropori luasnya berkisar antara 10-200 m<sup>2</sup>/g (Bansal dan Goyal, 2005).

Karbon aktif mengandung beberapa unsur lain seperti oksigen, hidrogen, belerang, nitrogen dan halogen. Heteroatom ini berasal dari bahan baku dan proses isasi yang terikat secara kimia atom tepi dan sudut lembaran aromatik. Heteroatom juga dapat terikat pada atom posisi yang tidak teratur membentuk ikatan -oksigen, -hidrogen, -sulfur, -nitrogen, dan -halogen (Gottipati, 2012).

Proses aktivasi dapat dilakukan secara fisik maupun kimia. Aktivasi secara fisik pada proses karbonasi tongkol jagung dengan atmosfer gas N<sub>2</sub> dilakukan dengan gas CO<sub>2</sub> dan dengan uap air pada suhu 1173 dan 1705 K. Dengan metode ini dapat dihasilkan karbon aktif limbah tongkol jagung yang berkualitas baik (Chang et al, 2000). Aktivasi secara kimia dapat dilakukan dengan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dengan ZnCl<sub>2</sub> maupun KOH (Cheenmatchaya and Kungwankunakorn, 2014, Sunarsih dan Dahani, 2018, Auta, 2012).

Salah satu limbah biomassa yang berpotensi untuk dibuat karbon aktif adalah tempurung kemiri (*Aleurites moluccana* (L)Willd. Tanaman ini dibudidayakan secara luas di dunia. Di Indonesia, kemiri paling banyak ditanam di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan jumlah tanaman kemiri mencapai dua juta pohon. Produk biji kemiri di Manggarai Timur (salah satu kabupaten di NTT) dari tahun 2013-2017 adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data produktivitas usaha kemiri

Tahun	Produksi (Ton)	Produktivitas (Kg/Ha)
2013	1,041.78	458.88
2014	7,104.15	975.00
2015	4.030.92	646.55
2016	4.068.00	528.00
2017	6,300.22	401.07

Sumber: Suek (2019)

Pemanfaatan karbon aktif untuk mengadsorpsi zat warna Rhodamin B pernah dilakukan dalam sistem kontinyu dengan memvariasi konsentrasi zat warna, kedalaman saluran dan laju alir. Melalui uji pemodelan Thomas dapat disimpulkan bahwa karbon aktif ini dapat digunakan untuk

menyisihkan zat warna Rhodamin B dari air limbah (Auta,2012). Pada pH awal 9, Rhodamin B dapat dihilangkan secara efektif dalam jangka waktu 5 jam (Sumanjit et al, 2008).

Karbon aktif dari ampas tebu yang diaktivasi dengan  $ZnCl_2$  dapat mengadsorpsi zat warna metilen biru. Menurut pengamatan kapasitas adsorpsinya terhadap metilen biru meningkat dengan peningkatan jumlah aktivator dan suhu pirolisis (Patil et al, 2013).

Pemanfaatan karbon aktif dari tempurung kemiri sebagai bahan adsorben berbagai kontaminan di lingkungan sudah banyak dilakukan. Pembuatan karbon aktif dari tempurung kemiri dapat dilakukan dengan pemanasan dalam furnace pada suhu  $700^\circ C$  selama 2 jam. Karbon yang dihasilkan diaktivasi dengan larutan  $H_3PO_4$  pada konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5% selama 24 jam. Selanjutnya dikeringkan di dalam oven dan diaktivasi termal pada suhu  $700^\circ C$  selama 2 jam. Hasilnya memperlihatkan bahwa kualitas karbon aktif yang terbaik diperoleh pada konsentrasi  $H_3PO_4$  7,5% dengan kadar air 6,95 %, kadar abu 2,38%, daya serap terhadap iod sebesar 602,91 mg/g (Sulaiman dkk, 2018).

Upaya membandingkan efisiensi adsorpsi karbon aktif granular dari tempurung kemiri dan karbon aktif komersial Filtrasorb 200 terhadap senyawa organik yang berkontribusi pada nilai COD air limbah kota pernah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa cangkang kemiri yang diaktivasi dengan uap dan asam lebih efektif menghilangkan bahan organik dari air limbah kota dibanding karbon aktif komersial berbasis batubara (Basonde et al, 2003). Karbon aktif tempurung kemiri (yang diaktivasi dengan garam  $ZnCl_2$ ) memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 0,094 cm<sup>3</sup>/ g dan energi adsorpsi terhadap toluena adalah 2,6573 kJ/mol. Adapun waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan proses terhadap toluena adalah 5 jam (Bukasa, 2012).

Karbon aktif tempurung kemiri juga dapat mengadsorpsi zat warna naftol. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi –OH, Csp<sup>3</sup>-H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, CO Eter, C=C aromatik, dan C-H aromatik pada yang belum maupun sudah diaktivasi. Pengukuran luas permukaannya menunjukkan nilai sebesar 17,20 m<sup>2</sup>/g dengan volume pori sebesar 0,021 mL/g dan ukuran pori sebesar 1,60 nm. Kondisi optimum proses adsorpsi diperoleh pada saat konsentrasi zat warna naftol sebesar 60 ppm, pH 5 dan waktu kontak 120 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 3,850 mg/g (Hamu dkk, 2019).

Struktur dan ukuran pori tempurung kemiri berkorelasi dengan waktu aktivasi menggunakan  $H_3PO_4$ . Semakin lama waktu aktivasi, ukuran pori akan semakin kecil. Namun jika waktu aktivasi ditambah lagi, maka ukuran pori kembali menjadi lebih besar. Hasil XRD (X-Rays Diffraction ) menunjukkan struktur atom yang terbentuk berupa struktur amorf dan diameter pori terkecil pada waktu aktivasi 20 jam dengan ukuran sebesar 0,57  $\mu m$  yang termasuk ke dalam jenis makropori (Sandi, 2014). Kapasitas adsorpsi karbon aktif tempurung kemiri sunan (aleurites trisperma) terhadap larutan iodin berkisar antara 138,46-768,31 mg/g, terhadap benzena 2,99-21,37%, dan terhadap metilen biru berkisar antara 18,239- 260,237 mg/g. Kondisi optimum pembuatan karbon aktif dihasilkan pada suhu 850 oC yang direndam dalam larutan  $H_3PO_4$  10% dengan waktu aktivasi uap air panas selama 90 menit (Hendra dkk, 2014).

Berbagai penelitian di atas menunjukkan bahwa karbon aktif dari limbah bermacam-macam biomassa termasuk limbah tempurung kemiri berpotensi sebagai adsorben berbagai kontaminan di lingkungan. Salah satu aplikasinya adalah sebagai adsorben zat warna pada air limbah industri batik. Aktivitas membuat cukup banyak menimbulkan limbah cair yang berpotensi merugikan lingkungan. Industri ini cukup diminati dan banyak dikerjakan oleh masyarakat baik skala rumah tangga maupun industri besar. Jika tidak ditangani secara serius, limbah cairnya dapat merusak ekosistem perairan. Dalam penelitian ini diamati efektivitas karbon aktif tempurung kemiri sebagai adsorben zat warna pada limbah cair industri batik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan pembuatan karbon tempurung kemiri melalui proses pirolisis. Arang yang diperoleh kemudian ditumbuh, dipisahkan menurut ukuran butiran 20, 40 dan 60 mesh. Selanjutnya butiran karbon diaktivasi menggunakan larutan NaCl yang konsentrasinya bervariasi dari 1,0 ; 1,5 ; 2,0 ; 2,5 dan 3,0 M. Karbon aktif yang diperoleh diuji kadar air kadar abu dan diinteraksikan dengan limbah cair industri batik untuk mengamati pengaruh konsentrasi aktivator, berat karbon aktif yang diinteraksikan maupun ukuran butiran terhadap penurunan konsentrasi naftol merah.

1. Uji Kadar Air, karbon aktif ditimbang sebanyak 50 gram (sebagai berat mula-mula) dan dipanaskan dalam oven dengan suhu  $\pm 110^\circ C$  selama 2 jam. Setelah dipanaskan karbon aktif ini dimasukkan ke dalam desikator hingga suhu ruang, kemudian ditimbang (sebagai berat

- setelah pengeringan). Proses pengeringan diulangi beberapa kali sampai diperoleh berat konstan.
2. Uji Kadar Abu, karbon aktif ditimbang sebanyak 25 mg dan dimasukkan ke dalam krus porselin yang sudah diketahui beratnya. Selanjutnya karbon aktif ini diabukan di dalam muffel dengan suhu  $\pm 600^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Setelah selesai, abu dipindahkan ke desikator sampai tercapai suhu ruang kemudian ditimbang.
  3. Optimasi panjang gelombang ( $\lambda$ ) untuk senyawa naftol merah, data ini diperlukan untuk mengamati adsorbansi senyawa naftol merah ketika dianalisis dengan spektrofotometer DR-2000. Larutan naftol merah diamati serapannya pada kisaran panjang gelombang ( $\lambda$ ) antara 450 -540 nm. Dari kurva serapan vs konsentrasi dapat ditentukan  $\lambda$  optimum untuk proses analisis senyawa naftol merah.
  4. Menentukan konsentrasi awal senyawa naftol merah dalam limbah batik, kurva kalibrasi dibuat dengan mengencerkan larutan induk naftol merah 100 ppm sebanyak 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dan 7,5 mL masing-masing menjadi 50 mL. Larutan kemudian diamati absorbansinya pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) optimum. Kemudian dibuat kurva kalibrasi absorbansi vs konsentrasi. Konsentrasi naftol merah dalam air limbah ditentukan dengan mengamati absorbansinya pada  $\lambda$  optimum dan diplotkan pada kurva kalibrasi.
  5. Menentukan pengaruh konsentrasi aktivator NaCl, diambil 4 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini masing-masing ditambahkan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl dengan konsentrasi bervariasi dari 1,0 ; 1,5; 2,0 ; 2,5 dan 3,0 M. Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring dengan kertas saring whatman 42. Selanjutnya diperiksa absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis DR 2000 pada  $\lambda$  optimum
  6. Menentukan pengaruh berat karbon aktif, diambil 5 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini ditambahkan karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl dengan konsentrasinya optimum (menghasilkan karbon aktif dengan absorbansi optimum) dengan berat bervariasi dari 10, 15, 20, 25 dan 30 mg. Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring dan diamati absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis DR 2000 pada  $\lambda$  optimum
  7. Menentukan pengaruh ukuran butiran karbon aktif, diambil 3 botol reaktor volume 100 mL yang masing-masing diisi dengan 25 mL air limbah batik. Ke dalam botol ini masing-masing ditambahkan karbon aktif tempurung kemiri dengan berat optimum dan konsentrasi aktivator optimum yang ukuran butirannya bervariasi dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh Larutan kemudian dikocok selama 1 jam kemudian disaring. Selanjutnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer.

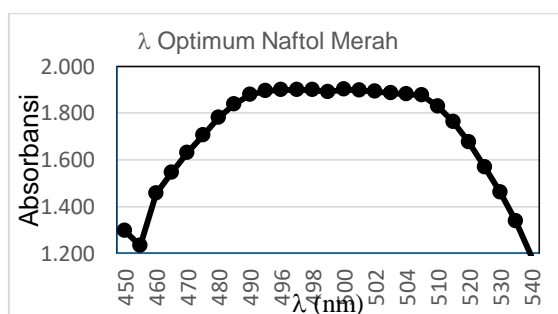
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar air dan kadar abu.

Pengukuran kadar air karbon aktif hasil pirolisis sebesar 0,2 % dan kadar abu 0,5 %. Menurut standar mutu karbon aktif teknis yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995, kadar air untuk butiran maksimal 4,5 % dan kadar abu maksimal adalah 2,5 %. Karbon aktif yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi kriteria tersebut.

### 2. Penentuan panjang gelombang naftol merah

Penentuan  $\lambda$  optimum ini dilakukan karena sebenarnya di dalam air limbah batik terdapat beberapa macam pewarna yang saling berkontribusi terhadap nilai absorbansi. Hal ini dapat mengubah nilai  $\lambda$  optimum. Hasil penentuan  $\lambda$  optimum pada kisaran panjang gelombang 450 - 540 nm tertera pada gambar 1

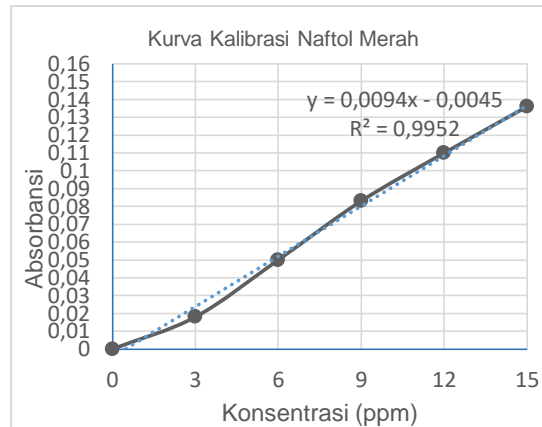


Gambar 1. Penentuan panjang gelombang optimum naftol merah.

Pada gambar tersebut terlihat bahwa  $\lambda$  optimum naftol merah adalah 500 nm dengan absorbansi 1.902. Selanjutnya nilai  $\lambda$  optimum ini akan digunakan dalam setiap pengukuran menggunakan spektrofotometer dalam penelitian ini.

### 3. Penentuan konsentrasi awal naftol merah

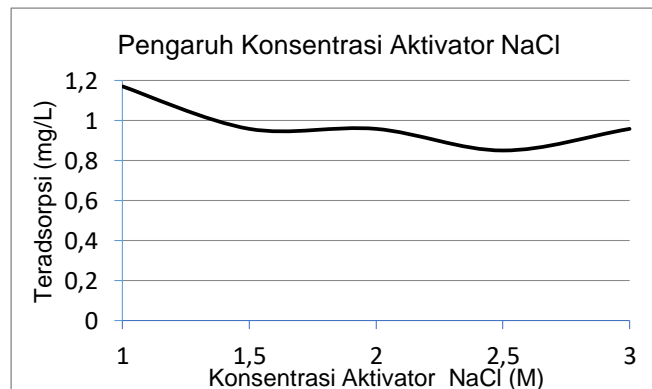
Konsentrasi awal naftol merah di dalam air limbah ditentukan berdasar kurva kalibrasi pada gambar 2, terlihat bahwa sampai konsentrasi 15 ppm, absorbansi naftol merah merupakan fungsi linier dari konsentrasinya. Berarti hukum Lambert-Beer berlaku tanpa penyimpangan sehingga kurva ini dapat dipakai sebagai acuan penentuan konsentrasi naftol merah. Berdasar kurva tersebut diperoleh konsentrasi naftol merah dalam air limbah batik sebelum pengolahan sebesar 9,52 ppm.



Gambar 2 Kurva kalibrasi naftol merah.

### 4. Menentukan pengaruh konsentrasi aktivator terhadap adsorpsi naftol merah

Hasil pengamatan air limbah yang diinteraksikan dengan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan larutan NaCl bervariasi konsentrasinya yakni 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 dan 3,0 M dapat dilihat pada gambar 3.



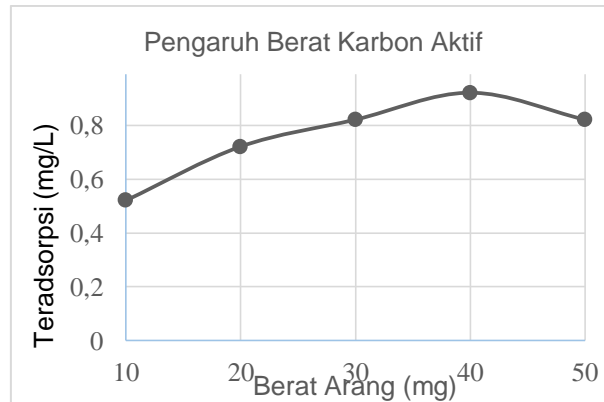
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi aktivator NaCl terhadap adsorpsi naftol merah

Pada gambar 3 terlihat bahwa jika konsentrasi aktivator bertambah, kapasitas adsorpsi karbon aktif cenderung menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa fungsi utama senyawa aktivator yang ditambahkan dalam proses aktivasi adalah untuk mendegradasi bahan selulosa. Proses ini terjadi pada saat perlakuan pemanasan dan terbentuk struktur pori akhir. Senyawa-senyawa aktivator yang dapat berperan dalam dehidrasi dapat menghambat pembentukan tar atau produk sampingan lainnya. Akibatnya yang dihasilkan akan lebih banyak dibanding dengan proses aktivasi termal saja. Distribusi ukuran pori dan luas permukaan untuk suatu jenis aktivator ditentukan oleh tingkat impregnasi, yaitu rasio antara massa senyawa aktivator dengan massa bahan baku. Semakin tinggi tingkat impregnasi, semakin besar ukuran pori karbon aktif akhir (Reinoso dan Escribano, 2001). Padahal pori yang berperan dalam proses adsorpsi adalah yang berukuran mikropori (Bansal dan Goyal, 2005)]. Jika massa senyawa aktivator makin besar (konsentrasi makin besar), ukuran pori yang terbentuk juga makin besar (kemungkinan berubah menjadi mesopori atau makropori) sehingga kapasitas adsorpsinya

justru menurun. Adsorpsi terbesar menurunkan konsentrasi naftol merah sebesar 1,17 mg/L (dari konsentrasi awal 9,52 mg/L).

#### 5. Menentukan pengaruh berat karbon aktif terhadap adsorpsi naftol merah

Pengamatan ini dilakukan menggunakan yang diaktivasi dengan NaCl 1,0 M dan ukuran butiran 40 mesh dengan variasi berat karbon aktif dari 10 mg, 20 mg, 30 mg, 40 mg dan 50 mg. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 4.

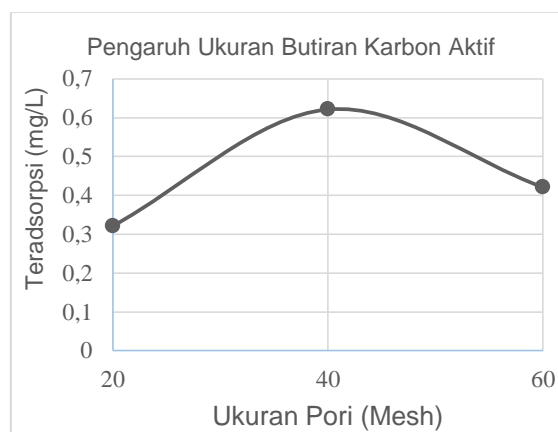


Gambar 4. Pengaruh berat karbon aktif

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa semakin besar berat karbon aktif, konsentrasi naftol merah yang teradsorpsi semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin banyak atau besar berat karbon aktif maka luasan porinya semakin besar sehingga situs adsorpsinya juga semakin luas. Setelah harganya mencapai optimum (pada berat 40 mg), penambahan karbon aktif tidak menambah jumlah yang teradsorpsi. Kemungkinan hal ini terjadi karena jumlah zat yang teradsorpsi (naftol merah) tidak bertambah. Walaupun situs adsorpsinya bertambah namun jika adsorbat tidak bertambah, maka proses adsorpsi tidak bertambah.

#### 6. Menentukan pengaruh pengaruh ukuran butiran karbon aktif

Pengamatan dilakukan dengan mengkontakan karbon aktif tempurung kemiri dengan berat 40 mg dan konsentrasi aktivator 1,0 M dan ukuran butiran bervariasi dari 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Hasilnya disajikan pada gambar 5.



Gambar 5 pengaruh ukuran butiran karbon aktif

Gambar 5 kurva memperlihatkan bahwa adsorpsi paling tinggi terjadi pada ukuran butiran 40 mesh. Semakin kecil ukuran butiran, maka luas permukaan karbon aktif semakin besar sehingga kapasitas adsorpsinya juga semakin besar. Namun jika luas permukaan terus bertambah (ukuran butiran makin diperkecil (menjadi 60 mesh), tidak berarti kapasitas adsorpsi akan terus meningkat. Proses adsorpsi merupakan proses yang berkesetimbangan, sehingga dipengaruhi juga oleh perbandingan jumlah pori-pori dan jumlah adsorbat (molekul naftol merah). Dalam proses ini jumlah situs adsorpsi bertambah namun jumlah adsorbat tidak bertambah sehingga proses adsorpsi juga tidak bertambah.

## 7. Penurunan nilai COD dan BOD dalam air limbah.

Pengamatan penurunan nilai COD dan BOD setelah diinteraksikan dengan 40 mg tempurung kemiri yang diaktivasi dengan NaCl 1,0 M dan ukuran butiran 40 mesh. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan COD-BOD dan dibandingkan Baku Mutu air limbah industri batik

No	Parameter	Konsentrasi (mg/L)			Penurunan (%)
		Sebelum	Sesudah	Baku mutu	
1	COD	1320,0	352,0	250,0	26,67
2	BOD	6575,0	1625,0	85,0	25,49

Baku Mutu mengacu pada Perda DIY No. 7 Tahun 2016, data tabel 2 menunjukkan bahwa proses adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kemiri tidak efektif menurunkan nilai BOD dan COD air limbah industri batik. Data adsorpsi terhadap naftol merah juga menunjukkan penurunan konsentrasi sebesar 0,62 – 1,17 mg/L dari konsentrasi awal 9,52 mg/L. Efisiensi terbesar untuk adsorpsi naftol merah hanya sebesar 12,29 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kemiri tidak sesuai untuk digunakan sebagai satu-satunya proses pengolahan air limbah industri batik. Faktor lain yang diduga menyebabkan rendahnya efisiensi adsorpsi terhadap naftol merah ini adalah fakta bahwa di dalam air limbah tersebut tidak hanya terdapat satu macam zat warna, namun gabungan dari beberapa zat warna yang sudah tercampur di dalamnya. Afinitas berbagai zat warna terhadap karbon aktif tidak sama. Karena tidak ada informasi yang jelas tentang jenis-jenis zat warna lain yang diaplikasikan dalam proses pembuatan batik pada industri yang disampling, maka tidak dapat diprediksi apakah naftol merah lebih mudah teradsorpsi oleh karbon aktif yang ditambahkan atau justru zat warna lain yang lebih mudah teradsorpsi.

Dalam bagan pengolahan air limbah industri, proses adsorpsi masuk dalam tahap tersier. Sebaiknya didahului proses primer, yang dapat berupa *grease trap* untuk memisahkan sisa lilin dan minyak yang mengapung di atas air limbah. Sedangkan kadar BOD dan COD yang tinggi dapat diatasi dengan mengaplikasikan proses sekunder secara biologi. Untuk teknologi tepat guna yang dapat dilakukan pada industri rumahan, mungkin dapat didisainkan biofilter sederhana. Barulah sisa kontaminan yang masih ada dapat diadsorpsi dengan karbon aktif

## KESIMPULAN

Konsentrasi naftol merah dalam air limbah industri batik yang belum diolah adalah 9,52 mg/L. Penurunan konsentrasi terbesar terjadi pada penambahan 30 mg karbon aktif tempurung kemiri berukuran 40 mesh yang diaktivasi dengan larutan NaCl 1,0 M dengan penurunan konsentrasi sebesar 1,17 mg/L. Efisiensi penurunan hanya 12,29 % sehingga dari parameter zat warna air limbah yang dihasilkan belum memenuhi baku mutu air limbah industri batik menurut Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif tempurung kemiri hanya mampu menurunkan nilai BOD sebesar 25,49 % dan COD sebesar 26,67 %. Berdasarkan parameter BOD dan COD-nya, air limbah hasil pengolahan belum memenuhi baku mutu air limbah industri batik menurut Perda DIY No. 7 Tahun 2016. Konsentrasi aktivator, berat karbon aktif yang ditambahkan dan ukuran butiran berpengaruh terhadap adsorpsi zat warna naftol merah dalam air limbah industri batik. Menurut kondisi dalam penelitian ini, konsentrasi NaCl optimum adalah 1,0M, berat karbon aktif optimum sebesar 40 mg dan ukuran butiran optimum adalah 40 mesh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2016. Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 tentang Standar Baku Mutu Kegiatan Industri Batik
- Auta, M. 2012. Fixed Bed Adsorption Studies Of Rhodamine B Dye Using. *Journal of Engineering Research*. 3, 3–6
- Bansal, R. C. & GOYAL, M. 2005. Activated Carbon Adsorption. Taylor & Francis Group, Boca Raton
- Bansode RR, Losso JN, Marshall WE, Rao RM, Portier RJ. 2004. Pecan Shell-Based Granular Activated Carbon For Treatment Of Chemical Oxygen Demand (COD) in Municipal Wastewater. *Journal Bioresour Technology*, 94(2):129–35.
- Bukasa DA, Koleangan HS., Wuntu AD. 2012. Adsorpsi Toluena Pada Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmu Sains*; 12(2):93

- Chang, C. F., Chang, C. Y. & Tsai, W. T. 2000. Effects of burn-off and activation temperature on preparation of activated carbon from corn cob agrowaste by CO<sub>2</sub> and steam. *Journal of Colloid and Interface Science*. 232, 45–49.
- Cheenmatchaya, A. & Kungwankunakorn, S. Preparation of Activated Carbon Derived from Rice Husk by Simple Carbonization and Chemical Activation for Using as Gasoline Adsorbent. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 5, 171–175 (2014).
- Gottipati, R. 2012. *Preparation and Characterization of Microporous Activated Carbon from Biomass and its Application in the Removal of Chromium (VI) from Aqueous Phase*, Department of Chemical Engineering. Dep. Chem. Eng. Natl. Inst. Technol. Rourkela Odisha, India 1–242
- Hamu GV, Gauru I, Kadang L. 2019. Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana* L. Willd) Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol. *Jurnal Chemisry Notes*.1(2):12–23.
- Haryono, H., Faizal D, M., Liamita N, C. & Rostika, A. 2018. Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektrofotasi. *Jurnal EduChemia* (Jurnal Kimia dan Pendidikan)) 3, 94.
- Hendra D, Pangersa Gusti RE, Komarayati S.2014. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sunan (*Aleuriteus Trisperma*) Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan.*;32(4):271–82..
- Kurniawan, M. W., -, P. P. & -, S. S. 2014. Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik Yang Berkelanjutan Di Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 11, 62
- Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A. & Polonio, J. C. 2019. Effects of Textile Dyes on Health and The Environment and Bioremediation Potential Of Living Organisms. *Biotechnology Research and Innovation Journal*. 3, 275–290.
- Liew Abdullah, A. G. et al. 2005. Azo Dye Removal By Adsorption Using Waste Biomass: Sugarcane Bagasse. *International Journal of Engineering & Technology*. 2, 8–13
- Patil, D., Chavan, S. & Barkade, S. 2013. Production Of Activated Charcoal From Sugar Cane Leaves Using ZnCl<sub>2</sub> Activation For The Adsorption Of Methylene Blue Dye. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2, 187–193
- Rahayu, S. S., Astuti, S. & Budiarti, V. S. A. 2015. Rekayasa Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Batik Dengan Metode Elektrolisa. *Pros. Sentin*. 001, 267–276
- Reinoso F R and Escribano A.S. 2001. *Porous Carbons In Adsorption And Catalysis*. In: Nalwa HS, editor. *Handbook of Surfaces and Interfaces of Materials*. Academic Press,; 2001. p. 309–55.
- Sandi A, - A. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi Menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Terhadap Struktur Dan Ukuran Pori Karbon Berbasis Arang Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*). *J Fis Unand*. 2014;3(2):115–20
- Suek, J., Adar, D., Wulakada, H and Keon, Y .2019. Kemiri, Komoditi Unggulan Di Kabupaten Manggarai Timur, *Jurnal Berkala Epidemiologi*, vol. 7, no. 02, pp. 204-211, Au..
- Sulaiman NH, Malau LA, Lubis FH, Br Harahap N, Manalu FR, Kembaren A. 2018. Pengolahan Tempurung Kemiri Sebagai Karbon Aktif Dengan Variasi Aktivator Asam Fosfat. *EINSTEIN e-JOURNAL*. 2018;5(2).
- Sumanjit, Walia, T. P. S. & Kansal, I. 2008. Removal of Rhodamine-B by Adsorption On Walnut Shell Charcoal. *Journal of Surface Science and Technology*. 24, 179–193.
- Sunarsih, S. dan Dahani, W. 2018. Studi Adsorpsi Karbon Aktif Limbah Kulit Buah Nangka Terhadap Rhodamin B, *Jurnal Teknologi*, Vol. 11, no. 1, pp. 46–53.
- Tahir, H., Sultan, M., Akhtar, N., Hameed, U. & Abid, T. 2016, Application Of Natural And Modified Sugar Cane Bagasse For The Removal Of Dye From Aqueous Solution. *Journal of Saudi Chemical Society*. 20, S115–S121.